Beziehungen zwischen fettspaltenden und glycosidspaltenden Fermenten

von

Dr. **Wilhelm Sigmund,**

Supplenten an der k. k. deutschen Staats-Oberrealschule in Pilsen.

Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. deutschen Universität in Prag.

Anschliessend an meine Versuche »Über fettspaltende Fermente im Pflanzenreiche» [1] untersuchte ich einerseits die fettspaltende Wirkung solcher ölhaltiger Pflanzensamen, die zugleich ein glycosidspaltendes Ferment enthalten, anderseits liess ich ölhaltige Samen, die ein solches Ferment nicht enthalten, theils in Form von wässerigen Extracten und Emulsionen, theils in Form eines, aus denselben isolirten, ein fettzerlegendes Ferment enthaltenden Körpers auf Glycoside einwirken.

Als Versuchsobjecte der ersten Versuchsreihe dienten die Samen des schwarzen und weissen Senfs, *Sinapis nigra* L. (*Brassica nigra* Koch.) und *Sinapis alba* und der Mandeln, *Amygdalus communis,* deren glycosidspaltendes Ferment, das Myrosin, beziehungsweise Emulsin auf Fette einwirken gelassen wurde; für die zweite Versuchsreihe wurden die Samen von *Brassica Napus, annua, Cannabis sativa* und *Papaver somniferum* und als Glycoside Amygdalin und Salicin benützt.

I. Einwirkung der glycosidspaltenden Fermente auf Fette.

Die in dieser Versuchsreihe benützten glycosidspaltenden Fermente Myrosin und Emulsin wurden in folgender Weise dargestellt. Um das erstere zu gewinnen, wurden die zerriebenen

---

[1] Diese Berichte, Bd. XCIX und C.

(meist weissen) Senfsamen mit der dreifachen Menge Wasser gemischt, 12—14 Stunden stehen gelassen, der klare wässerige Extract mit Alkohol gefällt, filtrirt, der Niederschlag mit Alkohol gewaschen und bei einer 40° C. nicht übersteigenden Temperatur getrocknet.

Zur Darstellung des Emulsins wurden süsse Mandeln durch 10—12 Stunden mit der zweifachen Menge Wasser ausgezogen, der filtrirte Extract mit Essigsäure gefällt, filtrirt, zum Filtrat Alkohol zugesetzt und der entstandene Niederschlag wie oben behandelt.

Um zu entscheiden, ob diese Fermente zerlegend auf Fette einwirken, wurden folgende Versuche ausgeführt.

Eine sehr schwach alkalisch gemachte Myrosinlösung wurde mit etwas Lackmustinctur versetzt und mit einigen Cubikcentimetern säurefreien Olivenöls[1] in einem verschlossenen Stöpselglase zusammengeschüttelt und einer Temperatur von 38—40° C. ausgesetzt; nach einiger Zeit konnte ein deutlicher Übergang der alkalischen Reaction in eine sauere wahrgenommen werden. Noch deutlicher trat diese Erscheinung hervor, wenn derselbe Versuch mit Phenolphtalein als Indicator ausgeführt wurde; nach beiläufig einer halben Stunde verwandelte sich die ursprünglich rothe Farbe der Emulsion in eine gelbliche; wurde nun neuerdings sehr verdünnte Kalilauge bis zur deutlichen Rothfärbung hinzugesetzt, so trat abermals nach und nach Entfärbung ein.

Dieselbe Erscheinung trat ein, wenn die obigen Versuche, statt mit dem isolirten Myrosin, mit dem bei höchstens 40° C. concentrirten wässerigen Extracte der zerriebenen Senfsamen ausgeführt wurden.

Analog ausgeführte Versuche mit Emulsin zeigten ähnliche Erscheinungen.

Wurde Myrosin mit etwas Chloroformwasser und säurefreiem Olivenöl zusammengeschüttelt, durch 24 Stunden bei einer tagsüber 38—40° C. betragenden Temperatur stehen gelassen, nach Ablauf dieser Zeit die obere Ölschichte abge-

[1] Dasselbe wurde durch Schütteln des käuflichen Olivenöls mit Natronlauge und Äther, wiederholtes Ausschütteln des Ätherauszuges mit Wasser und Verdunstenlassen des Äthers gewonnen.

hoben und mit Alkohol geschüttelt, so zeigte die alkoholische Lösung eine saure Reaction; und wurde sie in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade bis zur Trockene eingedampft, so blieben gelbliche Tröpfchen von Ölsäure zurück.

Zur quantitativen Bestimmung der gebildeten freien Fettsäuren wurden folgende Versuche ausgeführt.

0·455 *g* Myrosin aus *Sinapis nigra* wurden mit 10 cm^3 Chloroformwasser und 5 *g* Olivenöl (dessen schon vorhandener Gehalt an freien Fettsäuren genau ermittelt wurde) zu einer Emulsion gemischt und in einer Stöpselflasche 24 Stunden (hievon 10 Stunden bei 38—40° C. und 14 Stunden bei Zimmertemperatur) stehen gelassen. Nach Ablauf dieser Zeit wurde mit 60 cm^3 Ätheralkohol geschüttelt, Phenolphtaleinlösung hinzugefügt und mit $^1/_{10}$ Normalkalilauge titrirt. Die Zunahme betrug 3·8 cm^3 $^1/_{10}$ Normalkalilauge, entsprechend 107·16 *mg* Ölsäure.

0·705 *g* Emulsin wurde mit 5 *g* säurefreiem Olivenöl gemischt und mit sehr verdünnter Kalilauge schwach alkalisch gemacht; nach 24stündiger Einwirkung wurde mit Alkohol geschüttelt, alkoholische Phenolphtaleinlösung hinzugefügt und mit $^1/_{10}$ Normalkalilauge titrirt. Die Zunahme an freien Fettsäuren betrug 3·7 cm^3 $^1/_{10}$ Normalalkali, entsprechend 104·34 *mg* Ölsäure.

1·423 *g* Myrosin aus *Sinapis alba* auf 5 *g* Olivenöl in schwach alkalischer Lösung einwirken gelassen, ergab nach 24 Stunden nach den oben angegebenen Modalitäten titrirt eine Zunahme an freien Fettsäuren im Betrage von 4·3 cm^3 Normalalkali, entsprechend 121·26 *mg* Ölsäure.

Ausserdem wurde noch die Einwirkung des Myrosins auf das den Fetten nahestehende Walrath in Form von reinem Palmatinsäure-Cetylester bestimmt.

0·630 *g* Myrosin aus *Sinapis alba* wurde mit 1 *g* Palmitinsäure-Cetylester zusammengerieben und bei Gegenwart von 15 cm^3 Chloroformwasser unter den oben angegebenen Temperaturverhältnissen in einem verschlossenen Glase 24 Stunden stehen gelassen. Nach Ablauf dieser Zeit wurde in heissem Alkohol gelöst und unter Zusatz von Phenolphtalein als Indicator mit $^1/_{10}$ Normalkalilauge titrirt. Die verbrauchte Menge $^1/_{10}$ Normalkali betrug 4·4 cm^3. Die gleiche Menge, nämlich 1 *g* des

benützten Palmitinsäure-Cetylesters ergab bei der Titration in heisser alkoholischer Lösung mit demselben Indicator wie oben einen Verbrauch von 0·3 *cm*^{3} $^1/_{10}$ Normalkalilauge. Die Zunahme in 24 Stunden ergibt sich demnach zu 4·1 *cm*^{3} Normalkali oder 104·96 *mg* Palmitinsäure.

II. Einwirkung ölhaltiger Pflanzensamen und des daraus isolirten fermenthaltigen Körpers auf Glycoside.

1. Versuche mit Amygdalin.

In dieser Versuchsreihe wurde auf Amygdalin reines Wasser, Chloroformwasser, ein Eiweisskörper in Form von Eieralbumin, der klare wässerige Extract aus den zerriebenen Samen von *Cannabis sativa*, *Papaver somniferum* und *Brassica Napus, annua*, die Emulsion der letzteren und der aus dem wässerigen Extracte mittelst Alkohol isolirte, ein fettzerlegendes Ferment enthaltende Körper in verschlossenen Stöpselgläsern einwirken gelassen. Endlich wurde noch die Einwirkung von trocken auf 100° C. erhitzten und von mit Wasser gekochten Samen auf Amygdalin untersucht. Die Temperatur, bei welcher die angeführten Agentien auf Amygdalin einwirken gelassen wurden, betrug innerhalb 24 Stunden durch 10 Stunden 38—40° C., in den übrigen 14 Stunden entsprach sie der Zimmertemperatur. Als Antisepticum wurde bei allen diesen Versuchen Chloroformwasser benützt. Nach Verlauf von 24, 48 Stunden, eventuell 3 bis 4 Tagen wurde auf die Spaltungsproducte des Amygdalins: Blausäure, Bittermandelöl und Zucker geprüft.

Die Prüfung auf Blausäure erfolgte hauptsächlich nach der Methode der Überführung in Sulfocyaneisen, daneben wurde auch der Nachweis der Blausäure durch Überführung in Berlinerblau angewendet.

Die Prüfung auf Bittermandelöl wurde in folgender Weise durchgeführt: ein Theil der Probe wurde mit Äther geschüttelt, die Ätherschichte abgehoben, der Äther verdunsten gelassen, der Rückstand in Alkohol gelöst und die alkoholische Lösung mit einigen Tropfen einer alkoholischen Pyrrollösung und mit Salzsäure versetzt; ein zunächst weisser, bald grau, dann hell-

roth, schliesslich dunkelroth werdender Niederschlag deutete auf die Gegenwart von Benzaldehyd.[1] Daneben wurde auch die Reaction mit Resorcin und concentrirter Salzsäure auf Bittermandelöl benützt.

Die Prüfung auf Glycose erfolgte mit Fehling'scher Lösung oder mit einer alkalischen Wismuthlösung; doch wurden diese Zuckerreactionen wegen ihres grösseren Wirkungskreises nicht als entscheidend betrachtet, dagegen konnte das Auftreten von Blausäure und Bittermandelöl als ein sicherer Beweis der erfolgten Spaltung des Amygdalins angesehen werden.

Zunächst wurde untersucht, ob das Amygdalin, eventuell nicht schon bei Gegenwart von reinem Wasser, beziehungsweise Chloroformwasser eine Spaltung erleidet. Zu diesem Zwecke wurden 0·5 *g* Amygdalin mit reinem Wasser in einem Stöpselglase bei den oben angegebenen Temperaturverhältnissen stehen gelassen und nach 24, 48 und 72 Stunden auf Blausäure geprüft; jedesmal ergaben die Reactionen ein negatives Resultat. Ebenso wurde 1 *g* Amygdalin mit 20 cm^3 Chloroformwasser zusammengeschüttelt und nach 24 und 48 Stunden auf Blausäure untersucht; die ausgeführten Reactionen zeigten die vollständige Abwesenheit derselben an.

Ferner wurde auch noch untersucht, ob nicht vielleicht die Eiweisskörper als solche schon glycosydspaltend wirken. Zu diesem Behufe wurde frisches, bei höchstens 40° C. getrocknetes Eieralbumin auf Amygdalin einwirken gelassen.

1·4 *g* Eieralbumin wurde mit 1·0 *g* Amygdalin zusammengerieben und bei Gegenwart von 50 cm^3 Chloroformwasser stehen gelassen; ein Theil wurde nach 24 Stunden, der zweite Theil nach 48 Stunden auf Blausäure geprüft; in beiden Fällen ergaben die ausgeführten Reactionen ein negatives Resultat.

1·0 *g* Eieralbumin wurde auf 1·0 *g* Amygdalin bei Gegenwart von 30 cm^3 Chloroformwasser einwirken gelassen und nach 24 und 48 Stunden auf Bittermandelöl geprüft; beidesmal blieb die Benzaldehydreaction aus.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass Wasser und Eiweisskörper, speciell Eieralbumin nicht im Stande sind, eine

---

[1] Vgl. A. Ihl, Chem. Z. 1890. XIV, Nr. 21.

Spaltung des Amygdalins hervorzurufen, wenigstens nicht innerhalb dreier Tage. Auf Grund dieser Vorversuche wurden nun die oben genannten Pflanzensamen, beziehungsweise die darin enthaltenen fettzerlegend wirkenden Substanzen in verschiedenen, im Nachfolgenden beschriebenen Formen auf Amygdalin einwirken gelassen.

1. Samenextracte. Die zerriebenen Samen von Hanf, Mohn und Sommerraps wurden mit möglichst wenig Wasser 12 bis 14 Stunden extrahirt, der erhaltene ziemlich concentrirte Extract mit 0·5 bis 1·0 *g* Amygdalin innig gemischt und nach 24 Stunden auf die Spaltungsproducte desselben geprüft. Die ausgeführten Reactionen ergaben in allen Fällen ihre Anwesenheit und damit die vor sich gegangene Spaltung des Amygdalins.

2. Samenemulsionen. Dieselben wurden, um die Mitwirkung von Spaltspitzen auszuschliessen, mit Chloroformwasser hergestellt. Je 10 *g* der Samen von Hanf, Mohn und Sommerraps wurden mit je 1·0 *g* Amygdalin zusammengerieben, mit 50 cm^3 Chloroformwasser zusammengeschüttelt und 24 Stunden unter öfterem Umschütteln stehen gelassen. Nach Ablauf dieser Zeit wurde nach den oben angegebenen Methoden auf die Spaltungsproducte des Amygdalins geprüft. Jedesmal ergaben die ausgeführten Reactionen ein positives Resultat.

3. Der isolirte fermenthaltige Körper. Behufs Isolirung der fermenthältigen Substanz wurde der nach beiläufig vierzehnstündigem Extrahiren erhaltene klare wässerige Samenextract mit Alkohol gefällt, einige Zeit der Ruhe überlassen, sodann filtrirt, der Niederschlag mit Alkohol gewaschen und bei einer 40° C. nicht übersteigenden Temperatur getrocknet. Dieser so gewonnene, ein fettzerlegendes Ferment enthaltende Körper wurde, wie folgt, auf Amygdalin einwirken gelassen.

0·5 *g* des fermenthaltigen Körpers aus Hanfsamen isolirt, wurden mit 0·5 *g* Amygdalin zusammengerieben und bei Gegenwart von 40 cm^3 Chloroformwasser 24 Stunden stehen gelassen. Die nach Ablauf dieser Zeit ausgeführten Reactionen auf Blausäure und einen Kupferoxyd reducirenden Körper ergaben ein positives Resultat.

0·5 *g* des aus Mohnsamen isolirten Fermentes wurden auf 0·5 *g* Amygdalin bei Gegenwart von 15 cm^3 Chloroformwasser

einwirken gelassen. Nach 24 Stunden konnte deutlich Blausäure nachgewiesen werden.

1·3 *g* des aus Sommerrapssamen isolirten fermenthaltigen Körpers wurden fein zerrieben und mit der gleichen Menge Amygdalin und mit 50 cm^3 Chloroformwasser innig gemischt und öfters umgeschüttelt. Nach vierundzwanzigstündiger Einwirkung wurde auf Zucker, Benzaldehyd und Blausäure geprüft. Die ausgeführten Reactionen ergaben die Gegenwart der genannten Spaltungsproducte des Amygdalins.

4. Trocken auf die Siedetemperatur des Wassers erhitzte Samen. Je 5 *g* der durch circa 4 Stunden im kochenden Wasserbade erhitzten Samen wurden mit 0·5 *g* Amygdalin zusammengerieben und bei Gegenwart von 25 cm^3 Chloroformwasser durch 24 Stunden bei den oben angegebenen Temperaturverhältnissen stehen gelassen. Der deutliche Nachweis von Blausäure und Bittermandelöl deutete auch in diesem Falle die stattgefundene Spaltung des Amygdalins an.

5. Mit Wasser gekochte Samen. Je 10 *g* der oben genannten Pflanzensamen wurden circa eine Stunde auf dem Drahtnetze gekocht, dann im kochenden Wasserbade zur Trockene eingedampft, zerrieben, mit je 1 *g* Amygdalin und je 50 cm^3 Chloroformwasser zusammengeschüttelt und unter denselben Modalitäten wie früher stehen gelassen. Die nach 24 Stunden vorgenommenen Reactionen auf die Spaltungsproducte des Amygdalins ergaben ein negatives Resultat. Auch nach achtundvierzigstündiger Einwirkung konnte auf Grund der ausgeführten Reactionen eine Spaltung des Amygdalins nicht beobachtet werden. Erst nach dreitägiger Einwirkung konnte Blausäure (nach der Sulfocyaneisenmethode) nachgewiesen werden; doch war die Reaction auf Blausäure hier nicht so scharf, wie in den früheren Versuchen nach vierundzwanzigstündiger Einwirkung des enzymhaltigen Körpers auf Amygdalin.

2. Versuche mit Salicin.

Diese Versuchsreihe wurde analog der früheren ausgeführt. Auf die Spaltungsproducte des Salicins, Zucker und Saligenin wurde mil Fehling'scher Lösung oder mit einer alkalischen Wismuthlösung, beziehungsweise mit Eisenchlorid

geprüft. Um das Saligenin zu isolieren, wurde mit Äther geschüttelt, die Ätherschichte abgehoben, der Äther verdunsten gelassen, der Rückstand mit etwas Wasser aufgenommen und mit Eisenchloridlösung versetzt; eine blaue Färbung deutete auf die Gegenwart von Saligenin.

Es wurde auch hier zunächst untersucht, ob das Salicin nicht eventuell schon bei Gegenwart von reinem Wasser, beziehungsweise Chloroformwasser, oder durch die Einwirkung eines Eiweisskörpers als solchen eine Spaltung erleidet. Zu diesem Behufe wurden 0·5 *g* Salicin bei Gegenwart von 30 cm^3 Chloroformwasser nach 24 und 48 Stunden auf Saligenin geprüft; in beiden Fällen war das Resultat ein negatives. Ebenso ergab die Einwirkung von 1·4 *g* Eieralbumin auf 1·0 *g* Salicin bei Gegenwart von 50 cm^3 Chloroformwasser die vollständige Abwesenheit des Saligenins und mithin die nicht erfolgte Spaltung des Salicins.

Es wurde nun analog der früheren Versuchsreihe das fettzerlegend wirkende Enzym der Samen von *Cannabis sativa*, *Papaver somniferum* und *Brassica Napus, annua* in verschiedenen Formen auf Salicin einwirken gelassen.

1. Samenextracte. Die wässerigen, möglichst concentrirten Samenextracte wurden mit 0·5 bis 1·0 *g* Salicin innig gemischt und 24 Stunden stehen gelassen. Nach Ablauf dieser Zeit wurde auf dem Wasserbade erhitzt, um die Eiweisskörper und Fermente zu fällen, filtrirt, das Filtrat im Scheidetrichter mit Äther geschüttelt; nach einiger Zeit die untere Schichte auf Glycose und die obere nach Verdunsten des Äthers auf Saligenin geprüft. Bei allen drei Samenextracten konnte einerseits eine alkalische Kupferoxyd-, beziehungsweise alkalische Wismuthlösung reducirende Substanz, anderseits Saligenin nachgewiesen werden.

2. Samenemulsionen. Je 10 *g* Hanf-, Mohn- und Sommerrapssamen wurden zerrieben, mit 1·0 *g* Salicin und 50 cm^3 Chloroformwasser zusammengeschüttelt und unter den früher angeführten Bedingungen stehen gelassen. Nach 24 Stunden wurde wie oben auf Glycose und Saligenin geprüft. Die ausgeführten Reactionen ergaben in allen Fällen ein positives Resultat.

3. Der isolirte fermenthaltige Körper. Die Isolirung desselben erfolgte in der wie bei Amygdalin angegebenen Weise.

0·4 *g* des aus Hanfsamen isolirten fermenthaltigen Körpers wurden mit 0·5 *g* Salicin zusammengerieben und bei Gegenwart von 10 cm^3 Chloroformwasser auf letzteres einwirken gelassen. Nach 24 Stunden wurde mit Äther geschüttelt und nach der oben angegebenen Methode auf Saligenin geprüft; eine intensiv blauviolette Färbung deutete das Vorhandensein desselben an.

1·0 *g* des Fermentes aus Sommerrapssamen wurden mit 1·0 *g* Salicin und 50 cm^3 Chloroformwasser innig gemischt; nach 24 Stunden wurde auf dem Wasserbade erhitzt, filtrirt und im Filtrate auf die Spaltungsproducte des Salicins geprüft. Sowohl die Reaction auf Glycose mit Fehling'scher Lösung als auch die Reaction auf Saligenin mit Eisenchloridlösung ergaben ein entschieden positives Resultat.

0·5 *g* des aus Mohnsamen isolirten fermenthaltigen Körpers wurden mit 0·5 *g* Salicin zusammengerieben, 25 cm^3 Chloroformwasser hinzugefügt und unter öfterem Umschütteln stehen gelassen. Nach 24 Stunden trat eine deutliche Saligeninreaction ein.

4. Trocken auf die Siedetemperatur des Wassers erhitzte Samen. Die Versuche wurden analog wie bei Amygdalin ausgeführt. Die Reactionen auf die Spaltungsproducte des Salicins ergaben auch hier ein positives Resultat.

5. Mit Wasser gekochte Samen. Je 10 *g* Hanf-, Mohn- und Sommerrapssamen wurden in der bei Amygdalin angegebenen Weise behandelt und bei Gegenwart von Chloroformwasser auf 1·0 *g* Salicin einwirken gelassen. Nach 24 und 48 Stunden wurde mit Eisenchloridlösung auf Saligenin geprüft. In allen Fällen deutete die reingelbe Färbung die vollständige Abwesenheit des Saligenins an. In einem Falle wurden die gekochten Hanfsamen sogar drei Tage auf Salicin einwirken gelassen, ohne dass am dritten Tage Saligenin nachgewiesen werden konnte.

3. Einwirkung des Pancreas auf Glycoside.

Diese Versuchsreihe konnte ich leider an meinem jetzigen Bestimmungsorte nicht vollständig durchführen, da ich zu den Versuchen nur die Pancreasdrüse verwenden konnte, indem ich hier keine Gelegenheit hatte, mir das durch Anlegung von

Fisteln gewonnene, jedenfalls viel wirksamere Secret der Bauchspeicheldrüse zu verschaffen.

Die Pancreasdrüse vom Rind wurde fein zerhackt und bei Gegenwart von Chloroformwasser auf Amygdalin und Salicin unter den bei der früheren Versuchsreihe angewendeten Modalitäten einwirken gelassen. Nach 24 Stunden wurde auf die Spaltungsproducte der genannten Glycosyde geprüft; auf Grund der ausgeführten Reactionen konnte eine Spaltung derselben nicht constatirt werden. Da jedoch diese von Fleischhauern bezogenen Drüsen nicht vollständig frisch zur Wirkung gelangen konnten und vielleicht auch von mehr oder weniger ausgehungerten Thieren herrührten, wurde Kaninchenpancreas benützt. Zwei bis drei Stunden nach der Fütterung wurde das Thier getödtet und die ganz frische Drüse sofort fein zerhackt, mit Salicin und Chloroformwasser innig gemischt und bei den früher angegebenen Temperaturverhältnissen unter öfterem Umrühren stehen gelassen. Die nach 24 Stunden vorgenommenen Reactionen auf die Spaltungsproducte des Salicins ergaben ein positives Resultat. Es ist demnach nur die ganz frische Drüse im Stande, zerlegend auf Glycoside einzuwirken.

Die weitere Ausführung dieser Versuchsreihe behalte ich mir vor.

Aus der 1. und 2. Versuchsreihe geht hervor, dass ausgesprochen glycosidspaltende Fermente, wie Emulsin und Myrosin im Stande sind, zerlegend auf Fette einzuwirken, und dass umgekehrt gewisse ölhaltige Pflanzensamen, wie Sommerraps, Hanf und Mohn, in welchen ein specifisch glycosidspaltendes Ferment bisher nicht nachgewiesen wurde, in Form ihrer wässerigen Extracte, ihrer Emulsionen und des aus ihnen isolirten Fermentes, Glycoside, speciell Amygdalin und Salicin zu spalten vermögen, wie dies der deutliche Nachweis der Spaltungsproducte derselben trotz Anwendung eines Antisepticums, also der Ausschliessung eines organisirten Fermentes und der Umstand beweist, dass durch Kochen die zerlegende Wirkung auf die genannten Glycoside entweder ganz aufgehoben wurde, oder doch erst nach mehrtägiger Einwirkung eintrat, während unter normalen Verhältnissen bereits nach 24 Stunden eine Spaltung des Amygdalins und Salicins nach-

gewiesen werden konnte. Aus der dritten Versuchsreihe geht ferner hervor, dass auch das thierische fettspaltende Enzym im ganz frischen Zustande glycosidspaltend wirkt.

Es sind also die Fermente, die bis jetzt ausschliesslich als glycosidspaltend angesehen wurden, nicht nur im Stande, ätherartige Verbindungen, wie es die Glycoside sind, zu spalten, sondern auch wirkliche zusammengesetzte Äther oder Ester, wie es die Fette sind, zu zerlegen; und umgekehrt die bisher als specifisch fettzerlegend angesehenen Fermente vermögen nicht nur wirkliche Ester, sondern auch esterartige Verbindungen, wie die Glycoside, zu spalten.
